

统计学与现象的随机性问题

杨 灿

(厦门大学 计划统计系, 福建 厦门 361005)

摘 要: 本文以关于现象的随机性与确定性、客观现象的随机性与数据观测的随机性等范畴的辨析为基础, 论述了统计学的对象和方法等问题。认为: 现象的随机性是普遍存在的, 但统计观测所得到的数据是否带有随机性影响却与获取数据的方式有关; 在统计研究中怎样使用带或不带随机性影响的数据, 又取决于问题的性质或分析的目的。因此, 如果承认统计学就是“大统计学”, 则其研究对象就不能仅限于随机性数据, 其方法体系也必然是多元的。

关键词: 随机性; 确定性; 统计学

中图分类号: F222.1 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-176X(2001)09-0014-06

研究统计学的基本理论问题不能回避现象的随机性。关于这个问题存在两种对立的见解: 一种认为任何自然或社会现象都是随机的, 统计学只须对随机性的数据进行研究, 其理论基础是数学中的概率论, 其研究手段则是数理统计方法, 因而, 统计学就是数理统计及其应用; 另一种则认为社会经济现象大多是非随机的, 社会经济统计学的理论基础不是概率论, 数理统计方法也不是研究社会经济现象的主要方法, 社会经济统计学与数理统计学之间存在根本性差异。那么, 统计学的研究对象是否具有随机性? 具有何种类型的随机性? 统计观测的结果是否都属于随机性数据? 在统计研究中又怎样看待和处理这种随机性? 这些疑难问题颇值得深入研究, 本文试图就此展开较为系统的探讨。

一、客观实在的随机性问题

所谓“随机性”通常是指某种不确定性(当然并非任何不确定性)。用概率论的语言来说, 如果某个“事件”在一定的条件下可能发生、也可能不发生, 那么它就是一个“随机

的”事件。抛一枚硬币可能出现正面或反面; 检验一批产品, 其合格率可能是90%, 也可能是95%; 乘坐汽车从机场赶到火车站可能需用50分钟, 也可能只用了35分钟; 某企业或行业一年的产销率可能高达90%甚至100%, 也可能只达到80%、70%、60%甚至更低; 随着年景的不同, 某农场种植某种作物的收获率(亩产)常常出现高低不同的水平, 等等。诸如此类的现象, 都是客观存在的随机事件的典型实例。与随机事件相对应的就是确定性事件, 包括必然事件和不可能事件, 而不可能事件实质上也是一种“必然不会发生的”事件。

随机性的基本特征是: 在相同的条件下, 某一现象或过程可能引发多种(至少两种)不同的结果(事件); 而究竟出现何种结果又是无法事先确定的。各个随机事件发生的可能性的大小可以通过相应的概率来测度, 其取值在0—1之间; 概率值越大, 事件发生的可能性也就越大。

在纷繁复杂的客观世界中, 随机性几乎是

广义地理解, 也可以将“必然事件”和“不可能事件”视为随机事件的特例, 它们的概率分别为1和0。但是反过来, 概率为1的事件不一定就是必然事件, 概率为0的事件也不一定就是不可能事件。

收稿日期: 2001-06-07

作者简介: 杨灿(1957-), 男, 湖南长沙人, 经济学博士, 教授, 博士生导师, 主要研究方向为统计学。

随处可见的。一些看似必然、确定的现象,其背后却蕴含着某种偶然性或随机性。依据物理学中的自由落体运动定律,在空气阻力可以忽略不计的情况下,物体下落的速度与其质量无关,因而,一个物体从 1000 米高空落到地面所需的时间是可以精确计算的。若记时间为 t , 距离为 S , 重力加速度为 g , 在此就应该有:

$$t = \sqrt{\frac{2S}{g}} = \sqrt{\frac{2 \times 1000}{9.8}} = 14 \frac{2}{7} \text{ (秒)}$$

但如果实际观测到的结果恰好就是这个时间(假定观测本身是准确的),则又不能不说是一种巧合。一个城市某年的 GDP 是 500 亿元(假定不存在统计误差),这看起来已经是一个确定的事件或指标值了;但为什么不多不少恰好就是 500 亿元,这本身又需要借助于偶然性或随机性才能适当解释。在类似这样的场合,纯粹的“因果决定律”也许只存在于实验室里或教科书中。

导致客观现象存在随机性的具体原因固然是各不相同的,但它们大抵可以归结为一系列不可预见因素的影响。如,物体下落的实际速度、方向和时间与当时当地的气温、气压、气流等影响空气阻力的不确定因素有关,一个城市的 GDP 数值则与气候变化、市场状况、心理预期等影响产出水平的不确定因素有关。诸如此类的影响因素可能多得不计其数,其各自的作用方向、程度和机理又难以穷究,这常常就使得客观现象呈现出某种随机性。

不仅必然性、确定性现象的背后可能蕴含着偶然性、随机性,而且在同一随机过程不断重复,或者,大量随机因素相互作用的场合,往往还会呈现出某种几乎是必然的统计规律性。经验表明,把一枚两面均匀的硬币抛上 10 次,可能出现 8 次正面和 2 次反面,也可能出现 2 次正面和 8 次反面;但如果抛上 100 次、1000 次乃至更多次数,则出现正面和反面的频率就会变得几乎相等。近代统计物理学研究则证明,个别观察到的微观粒子运动似乎是毫无规则的,但大量微观粒子随机运动的结果却形成了某种整体的规律性现象,也即:宏观上测定的量总是围绕着某个平均值上下涨落的,这个平均值是大量微观粒子运动的共同结果;系统所包

含的微观粒子愈多,其宏观量的相对涨落就愈小,系统也就愈稳定。

偶然性与必然性、随机性与确定性之间的上述联系并非仅仅见之于个别事例,而是较为普遍地存在于客观世界之中。从哲学的高度加以概括,偶然性(或随机性)与必然性(或确定性)之间的辩证关系就在于:偶然性是必然性的表现形式和必要补充,而必然性又是通过偶然性来为自己开辟道路并得以实现的。如果世界上只有必然性、没有偶然性,一切都将显得单调乏味;而如果只有偶然性、没有必然性,则一切又将变得混沌无序。

万事万物之间的种种确定性联系或不确定性联系织成了一张纵横交错的网,共同决定了我们这个世界的统一性和复杂性、单义性和多样性、规律性和不可预见性。而统计学正是人们借以认识这个形形色色的大千世界的有力工具之一。

二、数据观测的随机性问题

统计学作为一种认识方法体系在逻辑上属于归纳推理的范畴,其认识程序是从个别事实的数据观测或资料搜集到总体一般数量特征和规律的概括、推论。统计学强调大量观察,而在数据观测中常常也存在着随机性,这与客观现象本身的随机性既有联系,又有所不同。

——通过实验手段观察微观粒子运动所得到的结果或数据是随机的,这主要因为个别微观粒子的运动本身就是随机的;

——在某种产品的连续生产过程中,每隔一定时间抽取若干件产品进行质量检验,所得到的结果也是随机的,这主要因为生产过程中产品质量本身存在着随机波动,当然,抽样程序的随机性也会产生一定影响;

——测量一个机器部件的尺寸,每次得到的结果可能不完全相同,在这里,尽管给定机器部件的尺寸不会改变,但由于测量工具和测量技术等方面的原因,随机性的测量误差仍然难以完全排除;

——从某城市的就业人员中随机抽取 5 % 的人数,调查其过去一年的收入水平,得到的结果是随机的,这是因为所采用的非全面调查方法(抽样法)存在着随机性的代表误差。

显然,观察结果的随机性(偶然性)可能包含着两方面的因素:一是客观自在的现象或过程本身的随机性(偶然性),那么,后者在相当程度上是受到“主观”因素影响的。这就涉及到了一个“客观偶然性”与“主观偶然性”的关系问题。

20年前,我国著名统计学家杨曾武教授曾在^[1]一篇论文中将现象的偶然性区分为两种:一种是“无知的偶然性”,它有确定的原因,是非随机的偶然性,不能用概率描述;另一种是“客观的偶然性”,它无确定的原因,是随机的偶然性,可以用概率描述。而随机性又有“可度量的”和“不可度量的”两种。据认为,只有可度量的随机性才是随机变量,成为数理统计学的研究对象;不可度量的随机性则不是随机变量,不能成为数理统计学的研究对象。譬如,在一个地区勘探地下资源,能否找到某种矿藏是偶然的,但不是随机的;在大选之前进行民意测验,被调查选民的投票意向是随机的,但不是随机变量;从一批电子原件中随机抽查一个样本,中选原件的耐用时间和平均耐用时间都是随机的,而且都是随机变量。这样区分和解释偶然性、随机性以及随机变量之间的关系究竟是否合理,有无必要呢?

首先应该指出,客观现象或过程的偶然性都是随机的;倘若在主观认识或观测过程中也存在着偶然性,那么,这种偶然性同样是随机的,它既不是取决于对实际情况的“无知”,也未必取决于某种确定的原因。在科学研究中,所谓“随机性”或“偶然性”不过是人们对于事物的类似属性分别从不同角度给予的概括和描述而已:随机性(也即或然性)是与概率论相联系的概念,侧重于现象的定量描述和数理分析;偶然性则是属于更高层次的哲学概念,侧重对现象进行抽象思辨和哲理分析。其次,随机事件在概念上固然并不等同于随机变量,但至少原则上,任何随机事件都是可以转化为随机变量的。其中,一些随机事件本身就已经量化,只要适当地建立其概率分布,就能够成为随机变量;另一些随机事件尽管本身还未量化,但仍然可

以通过适当的分类、编码、变换或映射等方式间接地转化为随机变量。最后,随机事件或随机变量都存在一定的概率分布,这种概率分布的具体形式可能是已知的,也可能是未知的,但无论已知或未知,都无碍于现象本身的随机性。

——在一个地区范围内是否存在某种矿藏,作为若干万年前一系列地质运动的结果,它既受地质现象固有规律的支配,也受许许多多不确定因素的影响,因而是必然性与偶然性的统一,或者说,至少带有一定程度的随机性。不过,现在作为已经给定的结果,“有(或无)某种矿藏”这个事件又是确定不变且未知的。由于信息不充分,矿物勘探工作者们只能依据该地区历史上曾经发生过的地质运动以及现在的地形、地貌和其他地质特征来判断是否形成了该种矿藏,这实际上是依据过去地质运动的可能结果来推断现在的地质状况;而其他地区在类似地质条件下是否发现过该种矿藏的相关记载,则为此提供了经验基础。那些学识超卓且经验丰富的科学工作者们或许能够判断:在给定的地质构造条件下,蕴藏着有开采价值的油田或煤田的可能性大致为多少(主观概率)。假如“有矿藏”的可能性较大,则实际勘探最终能否找到矿床,又与勘探工作者们的业务素质、实践经验、技术装备水平以及外部工作条件等等有关,其中也难免包含许多随机因素的影响。因此,最终能否找到某种矿藏是具有一定随机性的。这种随机性与其说取决于对实际情况的“无知”,毋宁说取决于许多历史的和现实的、客观的和主观的偶然因素。

——人们之所以需要通过样本数据推断一批电子原件的平均耐用时间,固然也是出于对该批产品质量状况的“无知”;但样本数据的随机性却是取决于抽样程序的随机性,而与这种“无知”完全没有任何关系。即便我们已经知道该批原件的耐用时数,抽样检验的数据仍然是随机的,只是这时抽样本身显得没有必要罢了。可见,导致某件事情发生的必要性(外因)与决定这件事情性质的根本原因(内因),这两者还是区别的,在分析问题时应不混淆起来。

这里所谓“客观偶然性”并非完全不受人的主观意志的影响,只是相对独立于数据观测的主观认识过程而已。

——在一次民意测验中,被调查选民的投票意向是随机的,尽管它本身没有表现为具体的数值,但并不妨碍我们将其数量化(如将大选中某一选民“投票给竞选者A”这个事件赋值为1,而将“投票给竞选者B”这个事件赋值为0)。尤其在对定类尺度数据(品质标志)的实际分析中,人们通常关注的是具有某类属性的事件出现的比率,这就必须将随机事件通过分类计数和计算比值的方式量化,得到一个新的随机变量(如竞选者A的样本得票率)。显然,随机事件是可以(而且常常也需要)转化为随机变量的,两者之间并不存在绝对的界限,它们都可以成为概率论和数理统计的研究对象。

分析表明,试图通过“客观的偶然性”与“无知的偶然性”之界定来区分“偶然性”与“随机性”范畴,并通过“可度量的随机性”与“不可度量的随机性”之界定来限制数理统计学的应用范围,进而论证统计学的基本理论问题,或许有欠妥当。我们不妨坦率地承认,随机性是较为普遍地存在于自然技术现象和社会经济现象领域的(当然并非存在于一切现象之中)。至于统计学是否只研究随机现象,又怎样研究这些现象,则是下面将要考察的问题。

三、统计研究与现象的随机性

统计是研究现象数量特征的方法论学科,但研究现象数量特征的又不止是统计学。一般的数学以及计量学、测量学、会计学等也都研究现象的数量方面。那么,统计学所研究的现象究竟有何特殊性呢?数理统计学家对此作了十分肯定的回答:“数理统计学是数学的一个分支,它的任务是研究怎样用有效的方法去收集和使用带随机性影响的数据。……数据必须带有随机性的影响,才能成为数理统计的研究对象。”^[8]

倘若从数理统计学的角度看,这自然是正确的。数理统计学以概率论所阐明的随机变量的分布特征和数量规律作为其方法论基础,因此,它所研究的只能是带有随机性影响的数据。但能否依此推论,更为一般意义上的统计学,也

都是以此作为其研究对象的呢?

人们常说:统计之所以必要是由于现象存在着不确定性——哪里有不不确定性,哪里就需要统计。言简意赅,一语道明了统计的真谛。不过,这里之所谓“不确定性”不应等同于随机性或偶然性(与之对应的“确定性”也不应等同于非随机性或必然性),毋宁说指的是现象的数量水平或可变或未知。可变的反面是不变,未知的反面是已知。统计学无须研究数量不变且已知的现象,但这并不意味着统计学就放弃了关于非随机现象的研究。无论随机或非随机的现象都有可能被纳入统计学的研究范畴,以便通过大量观察和统计归纳探明其总体数量特征。

从学科发展的现状看,我国学术界已经越来越普遍地达成了一种共识:统计学应该就是“大统计学”。^{[3][4][5][6][7]}它不仅必须包括数理统计学和经济统计学,而且还应包括研究其他社会经济现象和自然技术现象的统计学分支,如人口统计学、社会统计学、生物统计学、医药统计学等。事实上,在如此广的现象领域内,统计学并非仅仅研究带随机性影响的数据;尤其是在经济和社会现象等领域内,统计往往还须更多地运用核算的方法研究大量非随机性的数据。究其原因,这不仅取决于某些经济或社会现象本身是非随机的,而且取决于许多现象的数据或者不具备作为随机性数据加以研究的条件,或者分析任务本身要求对其采用经济的(或其他非概率的)方法来进行统计研究。

为了运用概率统计方法研究某种随机现象,通常需要进行多次观测,以便取得足够的随机性数据资料。归纳起来,获取随机性数据的方法无非有两种:一是把可能产生随机性结果的相同实验重复进行若干次,这是实验方法;二是从给定的总体(母体)中按随机原则抽取样本(子样),这是抽样方法。两种方法具有不同的适用性。

通过“实验”研究随机现象的数量特征和规律性是一种十分有效的方法,但是,它要求随机

文献[1]的旨在于限定社会经济现象的随机性,进而强调社会经济统计学区别于数理统计学的特点。笔者并不一概否定该文的某些合理解释,只是对其部分论据持保留意见。

现象或过程是可以重复发生的。就自然技术现象而言,在许多场合(当然不是所有场合)做到这一点相对容易。人们可以运用实验手段控制和调整现象或过程的外部环境,使其在不受人为因素干扰的、基本相同的条件下反复出现或发生,并通过专门的仪器仪表观察其结果,测定其数据,以便运用概率统计方法进行数据的处理和分析。这种方法使有关的统计研究带有明显的“实验科学”特征。对于社会经济现象来说,情况又是怎样的呢?

有论者认为:任何社会经济现象,其数量结果都可以通过人的有意识活动的控制,在大体相同的条件下反复发生、重复出现^[7]。这其实是忽略了社会经济现象与自然技术现象之间的一个重要差别。从性质上说,许多社会经济事件都是历史事件,历史事件都是动态的、单向的、不可逆转的。古希腊哲人说得好:人不能两次趟入同一条河流。同样地,我们也无法通过“实验”手段使得有关历史事件在相同的条件下再次发生。这表明,并非任何随机现象都是可以重复的,实验方法也并非适用于任何情况。对于那些不可重复的随机现象,我们观测得到的数据只能看作是一组给定的结果,一般而言,它们不像带随机性影响的数据那样具有某种概率上的规律性,也难以运用常规的数理统计方法加以处理。当然,如果是运用随机抽样的方法对这类现象进行部分观测,则另当别论。

“抽样”方法既可用于某一给定的现象总体(如一批库存产品的抽样检验),也可用于随机现象连续发生的过程(如生产过程的产品质量控制)。这种方法有别于实验方法的特点在于它是一种调查方法,在统计调查方法体系中属于随机性的非全面调查。抽样调查是针对给定的现象总体或过程有选择地进行数据观测,由此产生的数据的随机性至少部分地来源于抽样方法或程序。抽样方法得到的结果与给定现象总体(或过程)的真实情况之间难免存在着误差,这是样本对于所论总体(或过程)的代表性误差。从给定总体或过程中的每一次随机抽

样,固然也可以视同为一次随机性“实验”,不过它与显示现象本身的随机性的真正的“实验”方法还是有所不同的,而且,抽样方法并不严格要求这些实验都必须在相同的条件下进行。譬如,在对给定总体的不回置(不重复)抽样中,各次抽取样本单位时的条件是有所不同的;而在对某一连续生产过程进行产品抽样时也存在类似的情况。

尽管抽样方法同时适用于社会经济现象和自然技术现象,但是相对而言,在获取有关自然技术现象的随机性数据时应用较多的还是实验方法,抽样方法则更多地应用于关于社会经济现象的统计研究。而且,由于社会经济现象本身的复杂性和研究条件方面的限制,往往会对抽样方法提出更多、更高的要求,这就促使抽样技术不断地改进和完善,其理论和实践都取得了长足的发展。我们可以毫不夸张地说,对社会经济现象进行统计研究的需求正是推动现代抽样技术蓬勃发展的主要动因。

通过抽样或实验获取随机性数据,有利于运用数理统计方法推断这些数据所代表的随机或非随机现象总体的分布形态和数量特征,但统计研究的目的还不限于此。其实,统计学的更为根本的终极目的还在于努力探明现象的内在联系、数量界限和变化规律,如:某种农作物的施肥量与收获率之间的关系,国民经济各部门之间的投入产出技术经济联系,居民的食品消费比重随收入水平的提高而变化的规律,社会生产资源随产业结构的发展而转移的规律,国民经济与资源环境协调发展的数量界限和一般规律,等等。研究这些问题,不能仅仅依靠数理统计方法,还需要大量运用其他统计方法,如统计指标法、平衡核算法、经济模型法,等等;也不能只限于使用带随机性影响的数据,还需要大量利用其他不带随机性影响的数据,后一方面的数据可以来源于全面调查(如普查),也可以来源于随机抽样以外的其他非全面调查(如主观抽样)。而且,即便是对于那些带有随机性影响的数据,也并非只有运用数理统计方法才

目前,在社会经济领域内也开始运用一些名为“实验”或“测验”的数据搜集方法。但在多数情况下,它们并不能以相同条件再现复杂的社会经济事件,因而仍然只是统计调查方法变种,与真正的随机实验方法还是有差别的。

能加以处理。实践证明,通过大量综合的方式可以部分地抵销这些数据中的随机成份,显示其一般水平和基本特征,从而为运用其他非概率统计方法分析数据提供了基础。关于这一点,著名数理统计学家陈希孺院士说得很中肯:“数理统计学……不对任何现实问题采取特定的、先入性的立场。一般讲,凡是其中涉及带随机性的数据的问题,都是数理统计方法这个工具的可能用武之地。当然,在一个具体问题中是否该采用随机化的模型而引入数理统计方法,要由问题的性质和条件等诸多方面的考虑来决定。”

综上所述,我们有充分的理由认为,如果承认统计学就是“大统计学”,那么,其研究对象不能仅限于随机性数据,其方法体系也必然是多元的。一般而言,在经济核算等纵向性质的统计学科范畴内,并不排斥数理统计方法的应用;只是在这里,各种统计方法适用的条件和程度有所不同,彼此之间应该适当分工、相互配合。数理统计学尽管在一定程度上具有通用方法论的性质,但任何通用方法都是有其局限性的,数理统计学也不例外。当前学术界存在着一种非常值得关注的倾向,某些论者常常有意或无意地将经济统计学简单理解为数理统计理论与方法的具体运用,极而言之,就将前者当成了后者的应用分支。对此,我国著名经济统计学家钱伯海教授早就一针见血地指出:1993年由联合国统计机构主持制定和颁布的《国民经济核算体系(SNA)》洋洋 125 万言,通篇连数理统计的影子都找不到,这能说明社会统计学就是数理统计的应用吗^[5]? 答案显然是否定的。尽管如此,现在谁又会怀疑“国民经济核算体系”是集 20 世纪经济统计学研究之大成的权威代表作,谁又能否定它作为当代社会科学研究重大成果之一的理论价值和实践意义呢?

众所周知,国民经济核算和一般经济统计所运用的主要工具之一就是指标法。也许由于统计指标方法既被用于研究经济现象的数量特征和数量关系,通常又不具备高深的数学内涵

和优美的数学形式,使得某些人(包括部分统计工作者)对其持有几分鄙夷的态度。然而,美国经济学家、诺贝尔奖获得者保罗·萨缪尔森教授却对这种方法作过一段非常精当的评论:“在 GNP(国民生产总值)这一概念发明之前,要对经济的状况作出评价是很困难的。尽管 GNP 并没有得到专利权,也没有在科技博物馆中展览,但它的确是 20 世纪最伟大的发明之一。离开了像 GNP 这样的经济总量指标。宏观经济学就会在杂乱无章的数据海洋中漂泊。GNP 有助于政策制定者掌握经济发展的正确航向。”可见,经济学家和统计学家们在研究经济现象时偏爱指标方法是有其道理的,这既不是敝帚自珍,也用不着妄自菲薄。在这个领域内,数理统计方法仍然可以广泛地应用于数据搜集和建模分析,但它始终应该与基本的经济指标和具体的分析问题有机结合起来;一旦背离了这个原则,其效果就有可能是无的放矢,甚至南辕北辙。

参考文献:

- [1] 杨曾武. 关于社会经济现象的随机性问题[A]. 统计研究(第一辑)[C]. 北京:中国财政出版社, 1980.
- [2] 黄良文. 统计理论基本问题[A]. 统计研究(第 4 辑)[C]. 北京:中国统计出版社, 1982.
- [3] 杨灿. 统计学基本问题研究[J]. 统计研究, 1993, (5).
- [4] 邱东. 对大统计思路的若干思考[J]. 统计研究, 1995, (4).
- [5] 钱后海. 关于大统计的理论探讨[J]. 统计研究, 1996, (3).
- [6] 杨灿. 关于大统计学理论问题的再思考[J]. 统计研究, 1997, (1).
- [7] 纪宏, 刘扬. 统计学学科体系建设的理论思考[J]. 中国社会科学, 1998, (4).
- [8] 陈希孺, 倪国熙. 数理统计学教程[M]. 上海:上海科学技术出版社, 1998.

(责任编辑:李卿燕)